

## 講演概要

テーマ 塑性加工を生かす工具や材料との連携技術

講師 名古屋工業大学大学院工学研究科教授 北村憲彦氏

纏め 日本クエーカー・ケミカル株式会社 池田俊和

代表的な塑性加工である引き抜き、圧延、深絞り、鍛造についてその潤滑条件の特徴を解説いただいた。また、ツールへのコーティング、マイクロディンプル加工および潤滑油性状/組成が加工に与える影響を、具体的な実験結果を示し説明いただいた。その例を以下に示す。

- ボール通し試験法
  - 最大ボール押し込み荷重に関しては、潤滑油をベース油、リン酸エステル添加油、リン酸エステル+リン酸添加油と変えた場合の変化に比べ、コーティングを変えた場合の方が大きく、バナジウムカーバイド(VC)やチタンナイトライト(TiN)に比べ、ダイヤモンドライクカーボン(DLC-Si)の方が小さい。
  - DLC-Siコーティングのボールであっても、ベース油の場合には、接触部に全面にかじりが見られ、リン酸エステル添加油の場合には、ごく一部、リン酸エステル+リン酸添加油の場合にはほとんどかじりは見られない。かじりに関しては、潤滑油の添加剤の効果が大きい。
  - ワークピースの内面では、ボール押し込みの先端からの距離が大きくなるほど鏡面化し、ボール表面に全面にかじりが見られたベース油では、擦り傷が全面に発生している。これに対して、リン酸エステル+リン酸添加油では擦り傷はほとんど見られない。
  - 工具表面に、直径20 $\mu$ m、深さ4 $\mu$ mの微小ディンプルを、面積率10%~30%までレーザ加工を行い、試験後のボール表面を観察した。ディンプルなしでは、凝着が全面に見られたが、ディンプル面積率10%では凝着はごく一部となり、ディンプル面積率20%以上では、凝着は見られない。
- 精密打ち抜き(ファインブランキング)実験
  - ダイスとパンチの間のクリアランスが小さく、高圧下を発生させて材料の破断を抑制する精密打ち抜きでは、高い静水圧、極端に大きな表面積拡大および潤滑供給量が期待できないことから厳しい潤滑状況となる。
  - パンチ押し込み荷重、パンチ引き抜き荷重は、油の粘度による影響が大きいですが、VG-100程度の粘度である塩素系は、VG-460よりもさらに低い摩擦係数となる。
  - パンチ表面にマイクロディンプルを面積率30%まで施し、押し込み時の摩擦係数を測定した。面積率5%まで摩擦係数は急激に低下し、その後面積率によらず一定となる。
- リング圧縮試験
  - 熱間鍛造における白色潤滑剤の適用範囲は拡大してきているが、8割を占める小規模業者では、金型温度コントロールができず、その適用は難しい。
  - 黒色潤滑剤と白色潤滑剤を リング圧縮試験の摩擦係数で比較した場合、黒色の場合、プレス速度(0.3秒と3秒)によらず、摩擦係数は低く安定であるが、白色の場合は高速では黒色と変わらないが、低速では一般に摩擦係数が高くなる。潤滑剤の耐熱性の影響によるものと考えられる。ただし白色潤滑剤でも、摩擦係数があまり高くないものもある。
  - リング圧縮試験の摩擦係数と潤滑剤塗布量との関係について、黒色では塗布量にかかわらず、摩擦係数は低く安定しているが、白色では、一般に付着量が少なくなると摩擦係数は高くなる。ただし、付着量に関係なく摩擦係数が安定な白色潤滑剤も開発されている。

塑性加工では、1)加工法ごとに潤滑条件が異なる、2)型との接触場所により異なる、3)非定常性(幾何学、温度等)、4)物理的吸着・化学反応(温度、新生面)、5)変形で材料の変形抵抗や粗さが変化、6)摩耗・弾性変形による型表面の形状・表面粗さ変化(金型の摩耗等)の理由から複雑な混合潤滑となる。そのため、加工面に潤滑油を存在させ、いかに物理・化学的に生かすか、潤滑油・工具・材料の連携技術が必要となる。

以上